ZUR ENTWICKLUNG DER IN DER UMGEBUNG VON MAINZ VORKOMMENDEN MACHILIDENARTEN
(Thysanura, Apterygota)

Von Helmut Sturm

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Mainz)

Mit 2 Bildern

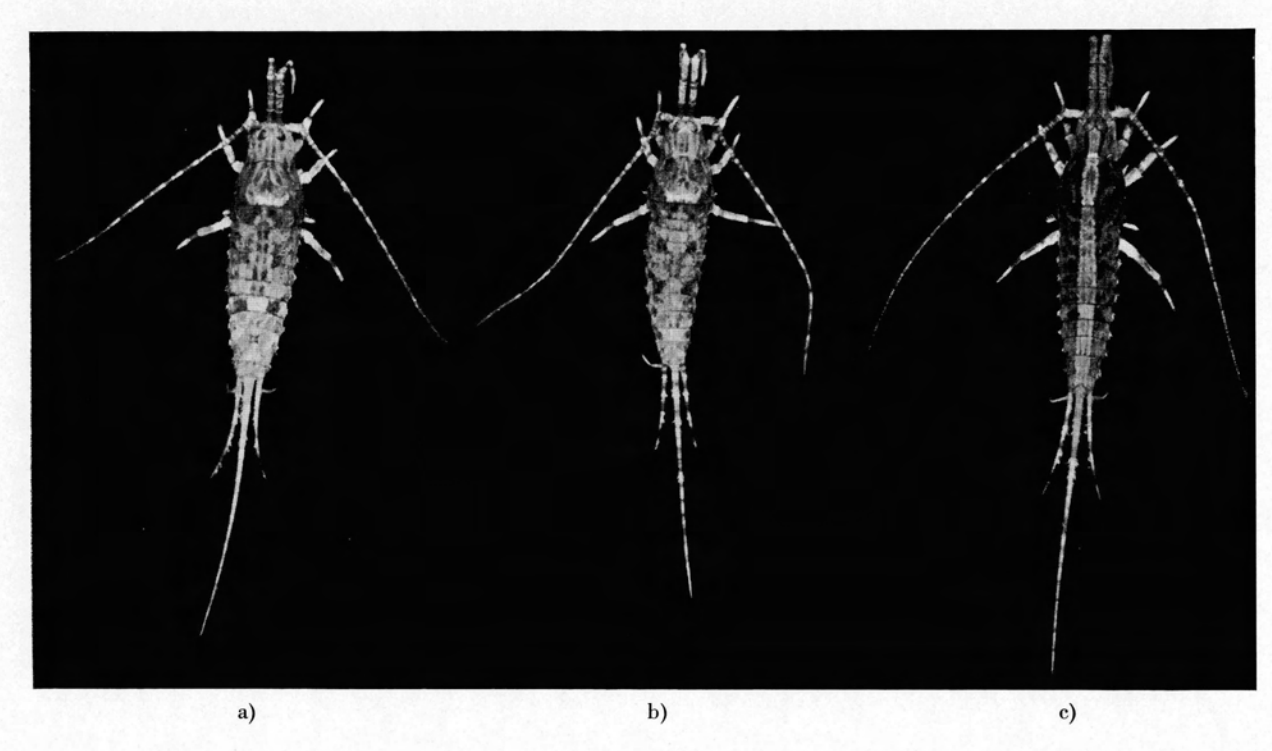
1. Einleitung

Die Machiliden (Felsenspringer) sind die nächsten Verwandten der sehr viel bekannteren Lepismatiden (Silberfischchenartige) und werden mit ihnen zur Gruppe der Thysanuren (Borstenschwänze) zusammengefaßt. Diese wiederum zählt man zu den Apterygoten (Urinsekten), deren größte und wohl auch typischste Vertreter sie stellen.

Die Machiliden leben in der Regel sehr versteckt in Steinansammlungen oder an Felswänden und ernähren sich dort von Grünalgen, Flechten, Moosen und faulenden Blättern. Da sie ohne Mühe 20 cm und mehr springen können, sind sie nicht leicht zu fangen. Vielleicht ist dies zusammen mit der meist bräunlichen Schutzfärbung ihres Schuppenkleides und dem zerstreuten Vorkommen auch der Grund für die geringe Beachtung, die man ihnen seither geschenkt hat.

Besonders ihre Biologie war, wie die von vielen anderen Urinsekten, noch zum großen Teil unbekannt. Erst vor kurzem (1955) konnte bei zwei Arten das sehr interessante Paarungsverhalten beobachtet werden. Dagegen liegen heute noch über Zucht, Eiablage, Entwicklung und Höchstalter nur ganz vereinzelte Angaben vor (1, 9, 10, 11).

Im Rahmen einer größeren Arbeit über Machiliden konnte ich nun die Entwicklung der vier bei Mainz vorkommenden Arten etwas näher untersuchen. Ich bin mir bewußt, daß die Ergebnisse ergänzungsbedürftig sind, und daß sie, soweit sie die Entwicklung in der freien Natur betreffen, nur für Mitteldeutschland gültig sind. Andererseits halte ich es für unwahrscheinlich, daß in nächster Zeit ähnliche Untersuchungen an reichhaltigerem Material durchgeführt werden. Denn das Ausmachen und die Kontrolle der Fundstellen sowie der Fang der Tiere erfordert viel Erfahrung, Mühe und Zeit, ein Aufwand, der auf den ersten Blick noch nicht einmal sensationelle Ergebnisse zu liefern verspricht.



a) b) c)

Abb. 2: *Machilis germanica* JANETSCHEK a) ♀ b) ♂ der Normalform c ♂ der var. *fasciola* 2× vergr.

2. Die in der Umgebung von Mainz vorkommenden Machilidenarten

Folgende Arten wurden in der weiteren Umgebung von Mainz gefunden:

1. *Machilis*[1]) *germanica* Janetschek
2. *Lepismachilis y-signata* Krat.
3. *Trigoniophthalmus alternatus* (Silv.)
4. *Dilta hibernica*[2]) (Carp.)

Von den beiden ersten Arten konnten ♂♂ und ♀♀ zu etwa gleichen Anteilen gefunden werden. Dagegen konnte ich unter den über hundert gefangenen Exemplaren jeder der beiden anderen Arten nie ein ♂ finden. Diese pflanzen sich in unserem Klima anscheinend parthenogenetisch fort. Zusammen mit der Normalform von *Machilis germanica* kommt an einigen Fundplätzen eine Varietät vor, die sich durch einen etwa 1 mm breiten gelblichen Rückenlängsstreif auszeichnet und bei anderen Machilidenarten schon als „var. *fasciola*" beschrieben worden ist (11). Im Verhalten zeigen Normalform und Varietät keine Unterschiede.

Zur Beschaffung der nötigen Anzahl von Tieren wurden an geeigneten Stellen Steine umgeräumt. Meist sitzen die Machiliden an der Unterseite oberflächlich gelegener Steine und können durch Erschütterung oder Anblasen veranlaßt werden, in ein geeignet gehaltenes Fangglas zu springen. Für den Transport wurden einige dürre Blätter oder etwas Moos in die Fanggläser gebracht.

3. Fundortübersicht

Da in der Umgebung von Mainz zuvor noch niemand systematisch nach Machiliden gesucht hat, folgt hier eine Fundortübersicht.

1. Steinbrüche bei Budenheim,
2. Gonsenheimer Wald,
3. Rabenkopf bei Heidesheim/Rhein,
4. Gau-Algesheimer Kopf,
5. Wiesberg bei Gau-Bickelheim,
6. Rochusberg bei Bingen,
7. Binger Wald bei Bingerbrück,

---

[1]) Wie mir Prof. Janetschek schreibt, variiert die systematisch wichtige Pigmentierung der Angehörigen dieser Gattung, auch bei Tieren von ein und demselben Fundort, recht erheblich, so daß er einzelne Exemplare vorerst nicht zur Art „*germanica*" stellen kann.

[2]) Diese Artbestimmung ist etwas unsicher, da sich die ♀♀ der in Frage kommenden *Dilta*-Arten nur sehr schwer trennen lassen.

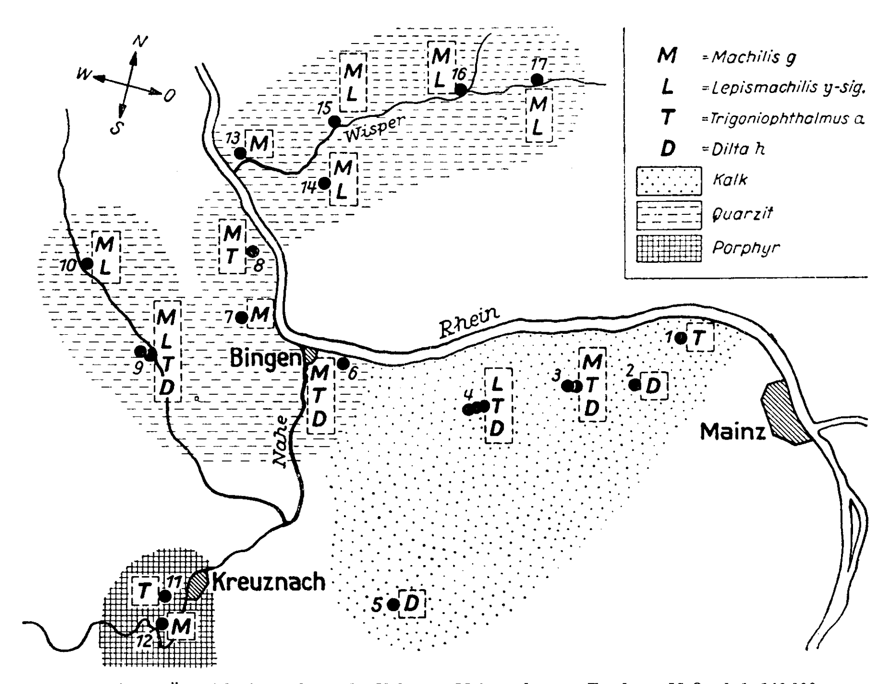


Abb. 2: Übersichtskarte der in der Nähe von Mainz gelegenen Fundorte. Maßstab 1: 140 000

8. Morgenbachtal bei Trechtlingshausen
9. Burgberg der Stromburg und Wald bei Stromberg,
10. Geröllhalde bei Rheinböllen
11. Wald bei Kreuznach,
12. Rotenfels bei Münster am Stein,
13. Burg Nollig bei Lorch,
14. Wald bei Presberg,
15. Steinhalden bei Gasthaus Einkehr
16. Wald bei Geroldstein,
17. Wald bei Kemel.

4. Eiablage und Entwicklung im Ei

Eine Zusammenfassung unserer Kenntnisse über die Eiablage und die Eiformen der vier zu besprechenden Gattungen gibt Wygodzinsky (11), der selbst den Akt der Eiablage bei einer *Machilis*-Art beobachten und so die Darstellung der bekannten Tatsachen abrunden konnte. Die Embryonal-

entwicklung wurde von HEYMONS (4, 5) an *Trigoniophthalmus* ziemlich eingehend studiert. Die eigenen Beobachtungen sollen das Bekannte ergänzen.

Den Akt der Eiablage konnte ich mehrmals an Exemplaren der Art *Machilis germanica* beobachten. Es ergab sich, daß die Schilderung dieses Vorganges durch WYGODZINSKY auch für diese Art zutrifft. Erwähnenswert scheint mir noch, daß die Eier beim Eintritt in die Ovipositoren meistens noch sehr dünnflüssig sind und deshalb regelrecht an den Ovipositoren herabrinnen. Man kann die Bewegung des Eies leicht verfolgen, da es von den Ovipositoren nicht ganz bedeckt wird, sondern durch den medianen, nach vorn weisenden Spalt derselben teilweise nach außen tritt. In einem der beobachteten Fälle ließen die Eier die beschriebene Dünnflüssigkeit vermissen. Das Tier preßte daraufhin die Ansatzstelle der Ovipositoren gegen den Untergrund und klebte so die Eier fest. Bei einem anderen ♀ waren die Ovipositoren etwa in der Mitte abgebrochen. Dieses Exemplar war nicht mehr in der Lage, die Eier wie gewöhnlich getrennt in kleine Vertiefungen zu legen, sondern legte etwa 14 Eier in einem Klumpen ab. Es bestätigt dies die Auffassung, daß die Tiere mit Hilfe der Sinnesorgane auf den Ovipositorenspitzen den geeigneten Platz für die Eier finden.

Der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Eiablagen variiert sehr, doch kommt es öfters vor, daß eine ganze Reihe von Eiern kurz hintereinander abgelegt werden. Unter den acht Fällen, in denen bei *Machilis* der dazwischenliegende Zeitraum kontrolliert werden konnte, betrug er einmal nur 3 Minuten und im Mittel 19 Minuten. Solche Perioden kommen dadurch zustande, daß, wie es LECAILLON (7) für Petrobius angibt, mehrere Eier — 20 und mehr sind keine Seltenheit — gleichzeitig zur Reife kommen (vergl. dazu BAER [1]). Durch Einschiebung kürzerer oder längerer Pausen nimmt die Ablage der reifen Eier jedoch auch zwei oder mehr Tage in Anspruch.

Zu Beginn des Winters gefangene Tiere von *Machilis* und *Dilta* legten nach etwa 2—3 Monaten die ersten Eier. Die Exemplare von *Machilis*, die bei uns noch vor Winter geschlechtsreif werden, hatten damit schon den 2. Eireifezyklus vollendet. Der Zeitpunkt der ersten Eiablage wurde bei einem Trigoniophthalmus genauer bestimmt. Das Tier hatte bei einer Entwicklungszeit von über 4 Monaten bei Zimmertemperatur nach der 12. vielleicht auch schon nach der 11. Häutung vier Eier gelegt; im Laufe von weiteren $1^1/_2$ Monaten stieg die Zahl der abgelegten Eier auf 21.

Kurz vor und kurz nach der Eiablage sind die betreffenden ♀♀ empfindlich und gehen leicht ein, doch überstehen die meisten Tiere diese Periode und vermögen nach einigen Häutungen erneut Eier abzulegen.

Was den Ort anbelangt, der für die Eiablage gewählt wird, weisen die vier Arten deutliche Unterschiede auf: *Trigoniophthalmus*-Eier trifft man im Freien und in der Zucht fast stets auf Steinen. Im Freien findet man sie

regelmäßig in Steinhaufen, wo auch Tiere dieser Art vorkommen. Da ich an solchen Plätzen gewöhnlich eine größere Anzahl dieser Eier zu Gesicht bekam, nehme ich an, daß *Trigoniophthalmus* den weitaus größten Teil seiner Eier auf Steinen ablegt. Dafür spricht auch ihre flache Form, die sich bei keiner der anderen Gattungen findet und sich auch in kleinere Vertiefungen einpaßt.

Von den übrigen Arten fand ich, obwohl ich die unbewachsenen Stellen der Steine immer genau untersuchte, im Freien nur sehr wenige Eier, und diese stammten wahrscheinlich alle von *Machilis*. Dies legt den Schluß nahe, daß diese Arten ihre Eier zum großen Teil anderswo, zwischen Moos und Blätter auf Rindenstücke oder in die Erde legen. Ähnliche Örtlichkeiten gibt auch WYGODZINSKY neben Steinen für *Machilis* und *Lepismachilis* an. Da bei ihm nähere Angaben fehlen, nehme ich an, daß er diese Beobachtungen bei der Zucht machte, denn an solchen Stellen sind die Eier in der Natur schwer zu finden. Nach eigenen Beobachtungen an gefangenen Tieren ist *Lepismachilis* im Bezug auf die Eiablage schon ziemlich unabhängig von Steinen, während *Machilis* noch einen großen Teil seiner Eier an Steine legt, besonders wenn diese genügend tiefe Einsenkungen besitzen. Gerade bei *Machilis* kam es jedoch öfters vor, daß die Eier an sehr ungünstigen Stellen (Oberseite oberflächlicher Steine) abgelegt wurden, die im Freien sicher gemieden worden wären. Bei der Auswertung der Zuchtbeobachtungen scheint also manchmal Vorsicht geboten. Die Eier von *Dilta* waren noch nicht bekannt. Sie gleichen in Farbe und Form denen von *Machilis* und *Lepismachilis*. In den Zuchtgefäßen sah ich sie auf der Erde, an Blättern, Rindenstücken und zwischen Flechten, aber sehr selten auf Steinen. Diese Art scheint mir im Bezug auf die Eiablage am unabhängigsten von Steinen zu sein.

Bei allen vier Arten gelang es, aus den Eiern Jungtiere zu erhalten. Leider konnte die Entwicklungszeit im Ei, die für *Lepismachilis* auf 2—3 Monate angegeben wird (WYGODZINSKY [11]), nur bei *Trigoniophthalmus* bestimmt werden. Sie betrug hier bei acht kontrollierten Tieren 414 bis 438 Tage, von Mitte Mai 1952 bis Anfang Juli 1953. Während dieser Zeit wurden die Eier bei Zimmertemperatur mäßig bis ziemlich feucht gehalten. Die daraus ausschlüpfenden Jungtiere erwiesen sich als voll lebensfähig. Sogar ein Jungtier, das ich mit einer Präpariernadel aus dem Ei holte, lebte noch über einen Tag.

5. Die unbeschuppten Entwicklungsstadien

Über die unbeschuppten Entwicklungsstadien liegen nur wenige Angaben vor. HEYMONS (5) wies zum erstenmal darauf hin, daß das erste Entwicklungsstadium bei *Trigoniophthalmus* unbeschuppt sei. VERHOEFF (10) gelang es nachzuweisen, daß in das unbeschuppte Stadium eine Häutung fällt, und er beschrieb ziemlich eingehend die Unterschiede zwischen dem nunmehr ersten Stadium, das er als Pseudofötus bezeichnete, und dem

ebenfalls unbeschuppten zweiten Stadium bei *Machilis saltatrix* (?). In einer neueren Arbeit bringt BARLET (2) einige Angaben über den Pseudofötus von *Dilta*.

Eine eingehende Untersuchung der ersten Jugendformen scheint mir wichtig und interessant, lag aber nicht im Rahmen dieser Arbeit. Es soll deshalb nur auf einige in die Augen fallende Merkmale und Unterschiede hingewiesen werden. Entsprechend den Angaben VERHOEFFS für *Machilis saltatrix* besteht auch bei den vier in Frage kommenden Arten zwischen dem ersten und zweiten Stadium ein deutlicher Unterschied in der Länge des Terminalfilaments (Tabelle).

Art	I. Stadium		II. Stadium		III. Stadium	
	Länge des Terminal-filamentes mm	Anzahl der ver-messenen Tiere	Länge des Terminal-filamentes mm	Anzahl der ver-messenen Tiere	Länge des Terminal-filamentes mm	Anzahl der ver-messenen Tiere
M.g.	1,8—1,9	2	2,5—3,0	10	3,5—3,8	2
T.a.	1,8	3	2,8—3,7	40	4,3—4,8	7
L.y-s.	1,5	1	1,9—2,3	7	2,8—3,2	2
D.h.	1,3—1,5	28	1,8—2,0	73	2,5—2,8	40

Bei den beiden etwas näher untersuchten Stadien von *Dilta* ergaben sich darüber hinaus noch die folgenden auffälligeren Unterschiede:

	Stadium I	Stadium II
Gang	unsicher, torkelnd	normal
Cuticula	uneben, matt	eben, glänzend
Haare der Tergite und des Kopfes	zum großen Teil 0,08 mm lang, schwärzlich, senkrecht abstehend, sich nicht verjüngend und in einen Kranz kurzer Dornen auslaufend[1])	höchstens 0,06 mm lang, nur schwach pigmentiert, dem Körper mehr oder weniger anliegend, spitz zulaufend.
Fühler	etwa 0,6 mm lang, ohne deutliche Kettenglieder.	etwa 0,8 mm lang, mit 1—2 deutlichen Kettengliedern.
Terminalfilament	schwärzlich, mit etwa 20 Gliedern.	gelblichweiß, mit etwa 35 Gliedern.
Hypodermale Pigmentierung der Tergite	braun, an Alkoholexemplaren deutlich.	auch an Alkoholexemplaren nur andeutungsweise zu sehen.

[1]) Die eigenartigen Haare des 1. Stadiums beschreibt schon BARLET als „poils baculiformes", ohne jedoch anzudeuten, ob und wann sie später verschwinden.

Die Zuordnung der schuppenlosen Stadien zu einer der vier Arten ist teilweise schon auf Grund einer bestimmten Farbe und charakteristischer Pigmente in der Hypodermis der Tergite möglich:

Machilis: Grundfarbe bräunlich-gelb mit braunen dorsalen Pigmentflecken, die etwa die Anordnung der späteren dunkleren Schuppenfelder besitzen.

Trigoniophthalmus: Grundfarbe gelblich-weiß mit ausgedehnten, symmetrisch angeordneten, rotbraunen Pigmentflecken auf allen Tergiten zu beiden Seiten der Mediane. Im Thorakalbereich sind jederseits zwei mehr oder weniger isolierte, pigmentierte Stellen zu sehen, sonst nur je eine[1]).

Lepismachilis: Grundfarbe orange-gelb, Tergite mit braunem Pigment, das am lebenden Tier nicht erkennbar ist, aber nach dem Ausbleichen der Grundfarbe in Alkohol an beiden Stadien zu sehen ist. Beborstung des 1. und 2. Stadiums wie bei *Dilta.*

Dilta: Im Habitus und durch die orange-gelbe Farbe stark an *Lepismachilis* erinnernd; eine einwandfreie Unterscheidung ist am leichtesten durch einen Vergleich der Augen und Ocellen möglich. Diese ähneln nämlich bei allen angeführten Arten denen der erwachsenen Tiere schon so stark, daß allein schon nach diesen Merkmalen die Gattung bestimmt werden kann.

Besonders bemerkenswert für die ersten Stadien ist das Auftreten einer schon dem 2. Stadium in gleicher Art und Länge fehlenden Beborstung beim ersten Stadium von *Lepismachilis* und *Dilta* sowie die mehr oder weniger starke Pigmentierung der Tergithypodermis, die ebenfalls später verloren geht, und durch eine Färbung des Schuppenkleides ersetzt wird, doch sind schon die zuletzt gebildeten unteren Schuppenlagen fast pigmentlos. Beide Tatsachen wurden seither fast nicht beachtet, zeigen aber, daß die speziell für die Machiliden angegebene Epimorphose (= Verwandlung der Epimorpha, HEYMONS [5]) bzw. Orthomorphose (VERHOEFF [9, 10]) nicht streng gilt, sondern, daß in einzelnen Bereichen Reduktionserscheinungen nicht zu verkennen sind.

6. Die postembryonale Entwicklung

a) Die postembryonale Entwicklung in der Zucht

Wachstum: Die Machiliden wachsen in der Zucht bei Zimmertemperatur viel schneller heran als in der freien Natur. Beim Vergleich der hier angegebenen Werte mit denen des nächsten Kapitels ergibt sich, daß Zuchttiere fast doppelt so schnell wachsen, wie Tiere der gleichen Art während der

[1]) Eine ganz ähnliche Färbung gibt eigenartiger Weise VERHOEFF für die Jungtiere von Machilis saltatrix an.

wärmeren Monate im Freien. Bei Zimmertemperatur (etwa 20—24 Grad C) wuchsen Tiere von:

Machilis	in $2^1/_2$ Monaten von 3 mm	auf 10,5 mm
Trigoniophthalmus	in 3 Monaten von 3 mm	auf 8,5 mm
Lepismachilis	in 3 Monaten von 2,5 mm	auf 7 mm
Dilta	in 3 Monaten von 2,5 mm	auf 7 mm

Entsprechend den Wachstumsgeschwindigkeiten stufen sich auch die bei den einzelnen Arten in der Zucht gemessenen maximalen Körperlängen ab. Ein unbegrenztes Wachstum erfolgt nicht.

Gattung	Maximale Körperlänge[1])
Machilis	15,2 mm
Trigoniophthalmus	11,6 mm
Lepismachilis	11,2 mm
Dilta	9,8 mm

Entweder wird längere Zeit dieselbe Körpergröße beibehalten: ein *Trigoniophthalmus* hatte vom 12. 8. 1953 bis zum 3. 10. 1953 die konstante Körpergröße von 10,8 mm (eingegangen am 5. 10.); oder das Tier fängt an zu kümmern: ein *Trigoniophthalmus* wuchs vom 12. 8. 1953 bis 3. 10. 1953 von 10,1 mm auf 10,7 mm und hatte trotz dreier nun folgender Häutungen am 16. 11. 1953 eine Länge von 10,4 mm (eingegangen am 29. 11. 1953). Eine *Dilta* wuchs vom 13. 6. 1952 (sie war zu diesem Zeitpunkt ziemlich genau ein Jahr alt) bis zum 24. 4. 1953 von 7 mm auf 9,4 mm, hatte am 23. 6. 1953 eine Länge von 9,3 mm und ging am 30. 6. 1953 ein.

Häutungsintervalle: Häutungsintervalle bei Machiliden wurden, wenn man von einer kurzen Angabe bei BAER (1) absieht, nur von WYGODZINSKY bestimmt. Dieser stellte bei *Dilta* — anscheinend an älteren Tieren — Intervalle von 13 bis 26 Tagen fest und gibt für das 3.—7. Stadium von *Trigoniophthalmus* einen Wert von 8—10 Tagen, für die späteren Stadien derselben Art von 11—24 Tagen an.

Es erschien deshalb wünschenswert, die diesbezüglichen Untersuchungen auf die zwei anderen zur Verfügung stehenden Arten auszudehnen und, soweit wie möglich, auch die ersten Stadien zu berücksichtigen.

Zur Registrierung der Häutungen wurde entweder die Tatsache verwandt, daß die Anhänge von jüngeren Kontrolltieren sich bei der Häutung verlängern, was sich durch Messung leicht feststellen läßt, oder die betreffenden Tiere wurden nach jeder Häutung leicht entschuppt, so daß sich

[1]) Vorderrand Clypeus — Hinterrand 10. Tergit

eine neue Häutung durch Wiederherstellung eines unversehrten Schuppenkleides zu erkennen gab. Eine Bestimmung nach dem Vorkommen von Exuvien läßt sich nicht durchführen, da diese öfters bis auf geringe Reste aufgefressen werden. Da kein temperaturkonstanter Raum zur Verfügung stand, wurde die Zimmertemperatur ab und zu (meist täglich und zu verschiedenen Zeiten) gemessen und aus diesen Messungen für die betreffenden Zeiträume ein Mittelwert gebildet. Lag der Mittelwert außerhalb der Temperaturspanne von 19—21 Grad, so wurde er bei den Angaben der Intervalle vermerkt; eine Maßnahme, die sich deshalb als notwendig erwieß, weil eine höhere Temperatur zweifellos eine Verkürzung der Intervalle bewirkt, was aus den folgenden an demselben Tiermaterial der Gattung *Machilis* gemachten Bestimmungen hervorgeht:

Häutungs-intervall	Zahl der gemittelten Einzel-bestimmungen	Zeitraum	Mittelwert und Grenzen der Temperatur in dieser Zeit
13 Tage	9	30. 6.—30. 7. 1952	$25{,}0^{+3{,}8}_{-3{,}3}$ Grad
20 Tage	9	8. 4.— 1. 6. 1952	$21{,}0^{+3{,}5}_{-2{,}5}$ Grad

Art	I. Stadium			II. Stadium			III. Stadium		
	I.	T.	Z.	I.	T.	Z.	I.	T.	Z.
M.g.	(2)		1	4		1	7		5
T.a.				3	24	4	7	24	7
L.y-s.				(4)	23	1	7	24	3
D.h.	($1^1/_2$)		2	5		14	12		4

Art	III.—IX. Stadium			1 Jahr und älter		
	I.	T.	Z.	I.	T.	Z.
M.g.	8,7		1	16	22	26
T.a.	8	24	2	14	23	18
L.y-s.	8	24	3	14,5	23	4
D.h.	9	22	3	13	24	5

M.g. = *Machilis germanica*; T.a. = *Trigoniophthalmus alternatus*; L.y-s. = *Lepismachilis y-signata*; D.h. = *Dilta hibernica*; I. = Häutungsintervall; T. = Temperatur in Grad C; Z. = Zahl der Bestimmungen; () = Mindestzeit.

Aus den Tabellen ergibt sich, daß die Häutungsintervalle bei den jüngsten Stadien am kürzesten sind und sich in den folgenden Stadien dem Wert nähern, der für Tiere, die eine etwa einjährige Entwicklung im Freien oder eine entsprechend kürzere in der Zucht durchgemacht haben, gilt. Der letzte Wert trifft, gleiche Umweltbedingungen vorausgesetzt, auch für die ältesten Tiere zu. Bei einem 2jährigen ♀ von *Machilis* (Fang 21. 4. 1952) lagen die fünf vor dem Tode registrierten Häutungen im Durchschnitt 16 Tage auseinander, was genau dem Wert der einjährigen Tiere entspricht. Bei einem 2jährigen *Trigoniophthalmus* (Fang 20. 5. 1953) ergab der Mittelwert aus sechs Intervallen 14,5 Tage, der Mittelwert aus zwölf Intervallen von zwei einjährigen Tieren zur gleichen Zeit betrug 13,8 Tage.

Gesicherte Unterschiede der Häutungsabstände zwischen gleichalten Stadien verschiedener Arten lassen sich aus den angegebenen Werten nicht ableiten; es ist aber durchaus möglich, daß solche bei Untersuchungen an einem größeren Material gefunden werden.

b) Die postembryonale Entwicklung im Freien

Um über die Entwicklung der Machiliden in freier Natur Aussagen machen zu können, wurden zu verschiedenen Jahreszeiten Exemplare aller vier Arten gefangen und die näher bei Mainz gelegenen Fundorte mehrmals im Jahr aufgesucht. Noch am Fangtag oder spätestens am zweiten Tag danach wurden die erbeuteten Tiere vermessen. Zu diesem Zwecke brachte ich sie in ein Glasrohr von 6 mm lichter Weite und las unter einem Binokular bei 10—30facher Vergrößerung ihre Körperlänge (= Vorderrand des Clypeus bis Hinterrand des 10. Tergites) auf einem untergelegten Millimetermaßstab ab. Um Fehlmessungen infolge Parallaxe zu vermeiden, war es nötig, bei der Ablesung nur ein und immer dasselbe Auge zu benutzen und das zu vermessende Körperende in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen. Auf diese Weise lassen sich bei einiger Übung Messungen mit einem mittleren Fehler von $\pm\,^1/_{10}$ mm und einem Höchstfehler von $\pm\,^2/_{10}$ mm durchführen, wie Vergleiche mit dem Messokular ergaben. Eine schwerwiegendere Fehlerquelle galt es bei den Tieren selbst auszuschalten. Diese können nämlich durch Muskelkontraktion und Krümmung des Körpers ihre Körperlänge um 10% und mehr verkleinern. Im Anfang wurde deshalb darauf geachtet, solche verkrampften Tiere, die von den anderen leicht zu unterscheiden sind, nicht zu vermessen. Später wurden alle Tiere vor dem Vermessen mit CO_2 betäubt. Die bei den betäubten Tieren häufigen Verkrampfungen lassen sich leicht dadurch beheben, daß man dem Tier durch Drehen des Rohres eine annähernd normale Lage gibt und dann in kurzer Folge mehrmals gegen das Rohr klopft.

Zu den Tabellen wurden die aus der Vermessung der verschiedenen Arten erhaltenen Werte verwandt, und es ergibt sich daraus, daß unabhängig von einem bestimmten Fundplatz und unabhängig von einem bestimmten Jahr meist mehrere gegeneinander abgegrenzte Größengruppen

bei ein und derselben Art auftreten. Da nach den Tabellen die kleineren Größengruppen im Laufe eines Jahres die Größe der nächsthöheren erreichen, muß zwischen diesen Gruppen ein Altersunterschied von einem Jahr bestehen, d. h. bei allen Arten, bei denen sich drei solcher Gruppen unterscheiden lassen, müssen die größten Tiere mindestens zwei Jahre als sein und schon zwei Winter überdauert haben. Dieses Höchstalter von 2—3 Jahren war seither für Normalbedingungen immer angenommen worden (z. B. Wygodzinsky, 1941), aber noch nie exakt bewiesen worden. Eine scharfe Sonderung der Gruppen wird dadurch möglich, daß der weitaus größte Teil der Jungtiere in einem ziemlich eng begrenzten Zeitraum von etwa drei Wochen ausgeht. Nur in einigen wenigen Fällen gehen einige Zeit später nochmals Tiere aus, die in den Tabellen unter Zwischengeneration geführt werden und sich noch nach dem ersten Winter durch ihre Größe zu erkennen geben. Später verwischt sich dieser Unterschied, da die Wachstumsgeschwindigkeit nachläßt, und aus diesem Grunde schon eine Unterscheidung der 1. von der 2. Hauptgeneration schwer wird. Daß die 1. Generation nur auf solche im Spätjahr geschlüpften Tiere zurückgeht, d. h. das Höchstalter nur rund 2 Jahre beträgt, halte ich wegen der Seltenheit der Zwischengenerationstiere für unwahrscheinlich.

Machilis germanica

	I. Generation	II. Generation	Zwischen-generation	III. Generation
24. 2. 1952 Rabenkopf		10,0 (1)		
6. 4. 1953 Stromberg		10,3 (1)		3,3—0,1 (4)
10. 4. 1952 Rabenkopf				2,5 (1)
21. 4. 1952 Stromberg	13,2+0,5 (2)	$10{,}9^{+0,9}_{-1,1}$ (8)		$3{,}6^{+0,2}_{-0,4}$ (9)
24. 4. 1952 Rabenkopf				$3{,}1^{+0,2}_{-1,4}$ (16)
11. 5. 1953 Rabenkopf				$3{,}1^{+0,7}_{-0,3}$ (9)
15. 5. 1952 Rabenkopf				$4{,}1^{+0,6}_{-0,4}$ (11)
22. 5. 1952 Münster				$4{,}5^{+0,3}_{-0,1}$ (3)
6. 6. 1953 Trechtingshausen		$11{,}9^{+0,4}_{-0,2}$ (4)		4,5 (1)

	I. Generation	II. Generation	Zwischen-generation	III. Generation
13. 6. 1952 Rabenkopf				$5{,}4^{+0{,}7}_{-0{,}1}$ (14)
15. 6. 1952 Stromberg		$11{,}4^{+0{,}8}_{-0{,}7}$ (13)	8,4 (1)	$5{,}8^{+0{,}6}_{-0{,}7}$ (17)
29. 6. 1953 Rabenkopf				$6{,}9^{+1{,}4}_{-1{,}3}$ (10)
1. 7. 1952 Bingen		12,4 (1)		$7{,}7^{+0{,}9}_{-0{,}8}$ (16)
17. 7. 1953 Rabenkopf				$7{,}9^{+0{,}9}_{-0{,}8}$ (5)
11. 8. 1953 Rabenkopf				$10{,}2^{+0{,}6}_{-0{,}6}$ (.)
20. 8. 1953 Bingen				$10{,}6^{+0{,}3}_{-0{,}4}$ (4)
20. 8. 1953 Stromberg		$11{,}7^{+0{,}1}_{-0{,}1}$ (2)		$10{,}4^{+0{,}3}_{-0{,}3}$ (6)
21. 8. 1953 Rabenkopf				$10{,}4^{+0{,}8}_{-0{,}6}$ (9)
1. 10. 1953 Bingen				$10{,}8^{+0{,}6}_{-0{,}6}$ (26)
2. 10. 53 Rabenkopf		11,8 (?) (1)		$10{,}6^{+0{,}5}_{-1{,}1}$ (13)
12. 10. 1953 Stromberg		$12{,}5^{+0{,}7}_{-0{,}3}$ (5)		$10{,}7^{+0{,}7}_{-0{,}9}$ (33)
19. 10. 1953 Rabenkopf				$10{,}7^{+0{,}7}_{-0{,}5}$ (17)
27. 10. 1953 Rabenkopf				$10{,}9^{+0{,}7}_{-0{,}5}$ (20)
5. 11. 1952 Bingen				$10{,}3^{+0{,}9}_{-0{,}6}$ (22)
16. 11. 1953 Rabenkopf				$10{,}9^{+0{,}4}_{-0{,}9}$ (9)
17. 11. 1953 Bingen				$11{,}0^{+0{,}5}_{-0{,}5}$ (11)
28. 12. 1953 Rabenkopf				$11{,}3^{+0{,}3}_{-0{,}3}$ (2)

Die einzelnen Angaben enthalten: 1. Mittelwert der Körperlänge; 2. — maximale Abweichungen vom Mittelwert; 3. () Anzahl der vermessenen Tiere.

Die Jungtiere dieser Art gehen gewöbnlich im April aus, doch dürften sie bei günstiger Witterung im Frühjahr schon im März an einigen Stellen zu finden sein; nach WYGODZINSKY in der Schweiz teilweise schon im Februar. Bis zum Ende des gleichen Jahres erreichen sie eine Größe von 10—11 mm. Während des Winters geht ein großer Teil der Tiere ein (vergl. WYGODZINSKY [11]). An ungünstigen Stellen, z. B. auf dem Rabenkopf bei Heidesheim, ist am Ende des Winters kein Tier mehr zu finden, und es gelang mir an dieser häufig besuchten Fundstelle nur einmal, ein älteres Tier zu fangen (2. 10. 1953). Das Vorkommen von *Machilis* an solchen Orten ist nur dadurch erklärlich, daß die Fortpflanzung hier noch vor Eintritt des Winters stattfindet. Auch da, wo eine größere Anzahl von Tieren den Winter überdauert, scheint oft im zweiten Jahr — vielleicht nach der Fortpflanzung — ein Kümmern und schließliches Absterben einzutreten, was die im Verlaufe des Jahres unregelmäßig ansteigenden Körperlängen und die geringe Zahl der gefangenen Tiere in der 2. Jahreshälfte wahrscheinlich machen. An klimatisch und in sonstiger Beziehung besonders günstigen Stellen können die Tiere sogar zwei Winter überdauern und noch voll lebensfähig sein. Das Exemplar vom 21. 4. 1952 mit der Körperlänge von 13,7 mm lebte bei mir noch über zwei Monate in der Zucht, wuchs auf 14,7 mm heran, häutete sich viermal und legte etwa 20 Eier ab. Das Auftreten von Zwischengrößen ließ sich nur einmal mit Sicherheit nachweisen, ist also sehr selten.

Trigoniophthalmus alternatus

	I. Generation	II. Generation	III. Generation	Zwischengeneration
22. 4. 1952 Gau-Algesheim		8,0 (1)		
8. 5. 1952 Budenheim		$8{,}7^{+0{,}5}_{-0{,}4}$ (30)	$3{,}3^{+0{,}4}_{-0{,}6}$ (12)	
20. 5. 1953 Budenheim	10,2 (1)	$8{,}6^{+0{,}3}_{-0{,}2}$ (5)	$3{,}2^{+0{,}5}_{-0{,}4}$ (12)	
6. 6. 1953 Gau-Algesheim	9,8 ? (1)		$4{,}3^{+0{,}4}_{-0{,}3}$ (6)	
13. 6. 1952 Budenheim		$9{,}3^{+0{,}2}_{-0{,}2}$ (3)	$4{,}0^{+0{,}9}_{-0{,}4}$ (11)	
15. 6. 1952 Stromberg		$9{,}0^{+0{,}7}_{-0{,}5}$ (10)	$4{,}1^{+0{,}2}_{-0{,}3}$ (3)	
22. 6. 1953 Gau-Algesheim		$9{,}9^{+0{,}2}_{-0{,}3}$ (2)	$5{,}0^{+0{,}8}_{-0{,}4}$ (9)	

	I. Generation	II. Generation	III. Generation	Zwischen-generation
1. 7. 1952 Bingen		$8{,}7^{+0{,}3}_{-0{,}3}$ (2)	$5{,}3^{+0{,}1}_{-0{,}1}$ (2)	
24. 7. 1952 Budenheim		8,6 (1)	$5{,}5^{+0{,}3}_{-0{,}3}$ (8)	
11. 8. 1953 Budenheim			$6{,}9^{+0{,}9}_{-1{,}4}$ (14)	
11. 8. 1953 Rabenkopf			$7{,}9^{+0{,}5}_{-0{,}4}$ (7)	
20. 8. 1953 Bingen			$8{,}4^{+0{,}8}_{-0{,}3}$ (7)	
21. 8. 1953 Rabenkopf			$7{,}6^{+0{,}2}_{-0{,}2}$ (2)	
1. 10. 1953 Bingen			8,8 (1)	
2. 10. 1953 Rabenkopf			$8{,}6^{+0{,}6}_{-0{,}3}$ (8)	5,7 (1)
5. 10. 1953 Budenheim			$8{,}2^{+0{,}5}_{-0{,}8}$ (9)	6,3 (1)
7. 10. 1953 Gau-Algesheim			8,8 (1)	
19. 10. 1953 Rabenkopf			$8{,}6^{+0{,}4}_{-0{,}5}$ (8)	7,3 (1)
22. 11. 1953 Budenheim			$7{,}9^{+0{,}4}_{-0{,}3}$ (6)	
3. 11. 1953 Gau-Algesheim			9,2+0,1 (3)	
16. 11. 1953 Rabenkopf			8,9 (1)	
29. 12. 1953 Budenheim		9,8 (1)	8,2—0,1 (3)	

Die große Mehrzahl der Jungtiere von *Trigoniophthalmus* kommt im Mai, frühestens Ende April aus dem Ei, wächst bis zum Winter auf 7—8 mm heran und überdauert, auch an der ungünstigen Fundstelle in Budenheim, ohne größere Verluste den ersten Winter. Der Grund für die letztere Tatsache liegt wohl weniger in der größeren Widerstandsfähigkeit gegenüber *Machilis*, als darin, daß sie im ersten Jahr noch nicht zur Fortpflanzung

kommen konnten. Es ist deshalb auch verständlich, daß gegen Ende des Jahres über ein Jahr alte Tiere, d. h. Tiere, die schon Eier abgelegt haben, nur ganz vereinzelt gefunden werden (29. 12. 1953) und nur einmal mit Sicherheit ein zweijähriges Exemplar. Ich nehme an, daß die klimatischen Bedingungen in Mitteldeutschland für diese weiter südlich sehr verbreitete Art schon sehr ungünstig sind, und daß sich in wärmeren Klimaten auch zweijährige Exemplare in größerer Zahl finden lassen. Zwischengrößen ließen sich in zwei Fällen nachweisen, sind hier also wahrscheinlich häufiger als bei *Machilis*. Leider konnte ich einen sehr jungen *Trigoniophthalmus*, der mir beim Fang am 7. 8. 1953 in der Nähe von Neuwied zu Gesicht kam, nicht vermessen. Er dürfte Ende Juli ausgegangen sein, ein Zeitpunkt, auf den auch die drei anderen Werte hindeuten. Die Hauptgeneration hätte demnach diesen Tieren gegenüber einen Vorsprung in der Entwicklung von rund drei Monaten.

Lepismachilis y-signata

	I. Generation	II. Generation	III. Generation	Zwischen-generation I
2. 1. 1952 Gau-Algesheim		$5{,}9^{+0{,}3}_{-0{,}3}$ (3)		
22. 4. 1952 Stromberg	9,8 (2)			5,3 (1)
22. 4. 1952 Gau-Algesheim	10,2 (1)			
22. 5. 1953 Wispertal	9,2 (1)	$7{,}2^{+0{,}3}_{-0{,}3}$ (2)		
6. 6. 1953 Gau-Algesheim		$8{,}7^{+0{,}9}_{-0{,}5}$ (10)	2,2 (1)	6,3 (1)
15. 6. 1952 Stromberg	$10{,}4^{+0{,}2}_{-0{,}2}$ (2)	$8{,}1^{+0{,}4}_{-0{,}4}$ (5)		
22. 6. 1953 Gau-Algesheim		$9{,}2^{+0{,}4}_{-0{,}8}$ (12)	$2{,}7^{+0{,}1}_{-0{,}2}$ (9)	
10. 8. 1953 Presberg	10,4 (1)			
20. 8. 1953 Stromberg			$5{,}0^{+0{,}1}_{-0{,}2}$ (2)	
7. 10. 1953 Gau-Algesheim		9,8 (1)	$6{,}4^{+0{,}9}_{-1{,}3}$ (10)	

	I. Generation	II. Generation	III. Generation	Zwischen-generation II
12. 10. 1953 Gau-Algesheim		9,6 (1)	$6{,}6^{+0{,}1}_{-0{,}3}$ (4)	3,9 (1)
3. 11. 1953 Gau-Algesheim		$9{,}3^{+0{,}6}_{-0{,}6}$ (2)	$6{,}6^{+0{,}9}_{-1{,}3}$ (23)	

Die junge Generation von *Lepismachilis* schlüpft zum größten Teil im Juni und wächst im gleichen Jahr auf 6—7 mm heran. Ein großer Teil der ausgegangenen Tiere überdauert den ersten Winter und erst in der zweiten Hälfte des zweiten Jahres ist ein deutliches Abnehmen der Zahl der über einjährigen Tiere festzustellen. Zweijährige Tiere fand ich zwar nie in größerer Zahl, doch sind sie keine Seltenheit; ein Zeichen für die größere Vitalität dieser Art bei uns, besonders im Vergleich mit *Trigoniophthalmus*. Eine Zwischengeneration ist auf Grund der drei angegebenen Werte anzunehmen.

Dilta hibernica

	I. Generation	II. Generation	III. Generation
20. 4. 1952 Stromberg	7,8 (1)		
22. 4. 1952 Gau-Algesheim	8,0 (1)		
1. 5. 1952 Gonsenheimer Wald	$8{,}2^{+0{,}3}_{-0{,}4}$ (4)	$5{,}8^{+0{,}5}_{-0{,}5}$ (8)	
11. 5. 1953 Rabenkopf		5,2 (1)	
24. 5. 1953 Gonsenheimer Wald	8,3—0,1 (2)	$5{,}8^{+0{,}4}_{-0{,}4}$ (4)	
6. 6. 1953 Gau-Algesheim	8,8 (1)		
12. 6. 1952 Gonsenheimer Wald	$9{,}0^{+0{,}4}_{-0{,}3}$ (8)	$6{,}9^{+0{,}3}_{-0{,}5}$ (25)	2,3 (1)
15. 6. 1952 Str. u. Bingen	$8{,}4^{+0{,}4}_{-0{,}4}$ (2)	7,1—0,1 (2)	3,2 (1)
15. 6. 1953 Gonsenheimer Wald	8,7 (1)	$6{,}6^{+0{,}5}_{-0{,}7}$ (4)	

	I. Generation	II. Generation	III. Generation
22. 6. 1953 Gau-Algesheim	9,2 (1)		
1. 7. 1952 Bingen	$8{,}4^{+0{,}1}_{-0{,}1}$ (2)	7,3 (1)	
27. 7. 1952 Gonsenheimer Wald		$8{,}0^{+0{,}3}_{-0{,}3}$ (4)	$3{,}3^{+0{,}4}_{-0{,}6}$ (10)
10. 8. 1953 Gonsenheimer Wald		$8{,}7^{+1{,}0}_{-0{,}5}$ (9)	$4{,}5^{+0{,}2}_{-0{,}2}$ (7)
20. 8. 1953 Wiesberg		7,9 (1)	$4{,}1^{+0{,}2}_{-0{,}4}$ (4)
21. 8. 1953 Rabenkopf			4,8 (1)
2. 10. 1953 Rabenkopf		8,1 (1)	
5. 10. 1953 Gonsenheimer Wald		$7{,}7^{+0{,}7}_{-0{,}4}$ (9)	$5{,}3^{+0{,}3}_{-0{,}5}$ (6)
19. 10. 1953 Gonsenheimer Wald		$8{,}1^{+0{,}6}_{-0{,}3}$ (16)	$5{,}2^{+0{,}9}_{-0{,}6}$ (7)
25. 10. 1953 Rabenkopf			$5{,}2^{+0{,}5}_{-0{,}5}$ (4)
3. 11. 1953 Gau-Algesheim			$5{,}0^{+0{,}3}_{-0{,}3}$ (2)
16. 11. 1953 Rabenkopf			5,4 (1)
17. 11. 1953 Bingen			4,9 (1)
22. 11. 1952 Gonsenheimer Wald		$8{,}3^{+0{,}2}_{-0{,}1}$ (5)	
23. 11. 1953 Gonsenheimer Wald		$8{,}2^{+0{,}8}_{-0{,}6}$ (7)	$5{,}2^{+1{,}1}_{-0{,}5}$ (8)
27. 11. 1951 Gonsenheimer Wald		$7{,}4^{+0{,}1}_{-0{,}4}$ (8)	$4{,}8^{+0{,}3}_{-0{,}3}$ (10)
4. 12. 1951 Gonsenheimer Wald			$4{,}8^{+0{,}7}_{-0{,}3}$ (21)
28. 12. 1953 Rabenkopf			4,6 (1)
30. 12. 1953 Gonsenheimer Wald		$8{,}0^{+0{,}4}_{-0{,}2}$ (8)	$5{,}0^{+0{,}8}_{-0{,}5}$ (12)

Die Jungtiere von *Dilta* treten von allen vier Arten am spätesten im Jahr auf, nämlich von Mitte Juni bis wahrscheinlich Anfang Juli und erreichen bis zum Winter eine Größe zwischen 4,5 und 5,5 mm. Einmal überwinterte Exemplare sind das ganze Jahr über ziemlich häufig zu finden, und selbst Tiere, die schon zwei Winter überstanden haben, findet man bis zum Juli, manchmal noch in größerer Zahl. Ob man aus diesen Gründen *Dilta* die größte Vitalität bzw. Unempfindlichkeit gegen ungünstige klimatische Bedingungen zuerkennen kann, ist nicht ganz sicher, da die Fundstellen im Gonsenheimer Wald, von der die meisten Funde stammen, sehr günstig zu sein scheint. In Anbetracht der weiten Verbreitung gerade dieser Art ist dies jedoch wahrscheinlich.

LITERATURÜBERSICHT

(1) Baer, H.: Beiträge zur Kenntnis der Thysanuren. — Jen. Ztschr. Natwiss., 48, 1—92 (1912).

(2) Barlet, J.: Chetotaxie thoracique chez le pseudofoetus d' und Machilide. — Bull. Ann. Soc. Ent. Belg. 85 (3/4) 60—64 (1949).

(3) Bitsch, J.: Die Apterygoten-Fauna des Siebengebirges. — Decheniana-Beihefte 7, 99—103, Bonn (1959).

(4) Heymons, R. und H.: Entwicklungsgeschichte von *Machilis*. — Verh. Zool. Ges. Breslau, 15. Vers., 123—135 (1905).

(5) Heymons, R.: Über die ersten Jugendformen von *Machilis alternata* Silv. — Sitzungsber. Ges. Naturf. Fr., Berlin 253—259 (1906).

(6) Janetschek, H.: Über mitteleuropäische Felsenspringer (Ins., Thysanura). — Österr. Zool. Ztschr. 5 (3), 281—328 (1954).

(7) Lécaillon, A.: Recherches sur la structure et le dévelopment postembryonaire de l'ovaire des insectes. III. *Machilis maritima* Latr. — Bull. Soc. Ent. France, 205—207 (1900).

(8) Oudemans, J. Th.: Bijdrage tot de Kennis der Thysanura en Collembola. — Acad. Proefschrift, Amsterdam (1888).

(9) Verhoeff, K. W.: Über Felsenspringer, Machiloidea. 3. Aufsatz: Die Entwicklungsstufen. — Zool. Anz., 36, 385—399 (1910).

(10) — —: Über Felsenspringer, Machiloidea. 5. Aufsatz: Die schuppenlosen Entwicklungsstufen und die Orthomorphose. — Zool. Anz., 38 (9/10), 254—263 (1911).

(11) Wygodzinsky, P. W.: Beiträge zur Kenntnis der Dipluren und Thysanuren der Schweiz. — Mem. Soc. helvetique Sc. nat., 4 (1941).

Anschrift des Verfassers:

Dr. Helmut Sturm, Heidesheim bei Mainz, Wackernheimer Straße 30.